

EFFECTIVIDAD DE TRATAMIENTOS AL SUELO PARA PREVENIR PROBLEMAS DE REPLANTE EN PALTO.

X. Besoain¹, M. Salinas¹, R. Cautín¹, A. Morales¹, A. De Kartzow¹ y M. Simpson².

¹ Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. San Francisco s/n, La Palma, Quillota. Chile. Correo electrónico: xbesoain@ucv.cl

² Instituto de Estadística. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Blanco Viel 596, Cerro Barón, Valparaíso. Chile.

La V región posee el 80% de la superficie de paltos, con 14.930 ha, siendo esta región la más importante. Por esto es posible encontrar productores con muchos años de monocultivo, teniendo problemas al replante.

Durante 2005-2007 se realizó un ensayo en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, con el objetivo de evaluar la efectividad de diez tratamientos al suelo sobre la enfermedad causada por *Phytophthora cinnamomi* Rands para evitar problemas en el replante. Para ello se seleccionaron 100 plantas de palto de la var Hass, injertadas sobre portainjerto Zutano y 100 árboles de Hass sobre portainjerto Duke 7, los que fueron distribuidos en 40 parcelas, que correspondieron a los tratamientos: inundación (por periodo de un mes), bromuro de metilo (100 g/m²), materia orgánica (0.038 m³/9,4m²) y *Trichoderma harzianum* (THV) (1g de pellets/ 1L de suelo) y el correspondiente testigo. El diseño correspondió a una estructura de bloques con diseño factorial, con cuatro repeticiones por tratamiento.

Las variables evaluadas fueron: diámetro, altura y área foliar de diez hojas maduras de cada planta. Según el análisis multifactorial realizado a los 6 meses de iniciado el ensayo, como no existió interacción entre los tratamientos, el portainjerto Duke 7 tuvo un mayor crecimiento en comparación al portainjerto Zutano, y al comparar el efecto de los tratamientos al suelo, el que presentó diferencias significativas fue bromuro de metilo. Por otro lado, a los 18 meses de iniciado el ensayo, se aprecia que hubo interacción entre los tratamientos, destacándose en forma significativa en las variables altura de planta y diámetro de tronco, los tratamientos en base al portainjerto Zutano combinado con el uso de bromuro de metilo y el empleo de control biológico mediante la incorporación de pellets de *T. harzianum* en comparación a los demás tratamientos.

EFFECTIVENESS OF SOIL TREATMENTS TO PREVENT AVOCADO REPLANTING PROBLEMS

X. Besoain¹, M. Salinas¹, R. Cautín¹, A. Morales¹, A. De Kartzow¹ and M. Simpson².

¹ Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. San Francisco s/n, La Palma, Quillota. Chile. Correo electrónico: xbesoain@ucv.cl

² Instituto de Estadística. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Blanco Viel 596, Cerro Barón, Valparaíso. Chile.

The V Region of Chile has 80% of the avocado area with 14,930 ha, being the most important region for avocado production in the country. Therefore, it is possible to find growers that have many years of avocado monoculture and replanting problems.

During 2005-2007, a trial was carried out at the Experimental Station of the Faculty of Agricultural Sciences of Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. The objective was to evaluate the efficacy of ten different soil treatments against the disease caused by *Phytophthora cinnamomi*, thus preventing replanting problems. Two groups of one-hundred avocado plants were selected: (1) Hass grafted on Zutano rootstock, and (2) Hass grafted on Duke-7 rootstock. Plants were distributed in 40 plots, corresponding to the following treatments: (a) flooded soil for one month, (b) methyl bromide (100 g/m²), (c) organic matter (0,038 m³/9.4 m²), (d) *Trichoderma harzianum* (THV) (1g pellets/1L soil) and, (e) the untreated control. A randomized block design was used with a factorial arrangement considering the possible differences in soil inoculums. Four replicates per treatment were considered.

The variables evaluated were: trunk diameter, plant height and foliar area of ten well-developed leaves per plant. After 6 months of initiating the test, the factorial analysis showed no interaction among the factors. Duke 7 rootstock had better performance than Zutano, and methyl bromide was better compared to all the other soil treatments. After 18 months of assay, an interaction among the treatments was observed. Plant height and trunk diameter showed differences for Zutano rootstock with methyl bromide or biological control (*T. harzianum*) compared to others treatments.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del palto (*Persea americana* Mill) ha experimentado un fuerte desarrollo durante la última década, lo cual se refleja en el aumento de la superficie plantada, la que ha fluctuado desde 15.050 a 24.000 ha (Lemus *et al.*, 2005). El 80% de las plantaciones se encuentran en la región de Valparaíso con 14.930 ha, siendo esta región la de mayor importancia a nivel nacional, con productores con larga tradición en este rubro frutícola, lo que conlleva a una reiterada implantación de este cultivo, transformándose en un monocultivo a lo largo de los años. Esto desencadena problemas de replante, el cual se define como la condición de inhospitalidad progresiva del suelo hacia plantaciones que coinciden con la especie anterior (Zucconi, 1993). Las causas del problema de replante se pueden deber a factores bióticos (hongos, bacterias, nemátodos) o por factores abióticos (toxinas, problemas nutricionales, de suelo o agua) (Durán, 1976), y sus efectos influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

El palto es una especie que no escapa a este problema, en donde se ha encontrado que es prácticamente imposible replantar árboles jóvenes de palto, en áreas donde han sido arrancados árboles enfermos con suelos infestados con la especie *Phytophthora cinnamomi* (Zentmyer, 1949), especie que causa la tristeza del palto, siendo la enfermedad más importante de este cultivo y la más

ampliamente distribuida tanto en Chile (Latorre *et al.*, 1998) como en el mundo (Zentmyer *et al.*, 1994, Edwin y Ribeiro, 1996).

Diversas estrategias de control se han utilizado para combatir este problema, entre las que se encuentran: uso de portainjertos resistentes, aplicación de materia orgánica, control químico, control biológico, manejo de riego y prácticas culturales. Cuando éstas medidas se integran en una sola estrategia (manejo integrado), permiten la producción económica y continuada de los paltos en presencia de *P. cinnamomi* (Menge *et al.*, 1999a, Pegg *et al.*, 2002). El uso de portainjertos clonales resistentes como Duke 7, ha sido altamente acertado y está siendo usado en todo el mundo para combatir este problema (Menge *et al.*, 1999 a). Por otro lado, la aplicación de materia orgánica en suelos infestados con *P. cinnamomi*, incrementaron la producción de los paltos en un 43%, debido a la gran flora microbiana presente en el suelo (Menge *et al.*, 1999 b). También existen antecedentes que la inoculación de las plantas de manzano replantadas (*Malus pumila* Mill) con el antagonista *Trichoderma harzianum*, redujeron las población de *P. cactorum* en forma consistente (Valdebenito, 1991). Por otro lado, La fumigación de suelo con bromuro de metilo más cloropicrina, ha sido beneficioso, para el replante de árboles de palto en huertos infestados con el patógeno (Goodall *et al.*, 1987). Por lo tanto, implementar tratamientos al suelo y una combinación de éstos con al menos dos portainjertos de palto, permitirá enfrentar el problema de replante en palto.

Considerando que no existen estudios de replante de esta especie en Chile, se planteó esta investigación que tuvo como propósito evaluar la efectividad de un total de diez tratamientos distintos al suelo, para evitar problemas de replante en palto.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación e implementación del ensayo. El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental La Palma (EELP), de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, localizada en la comuna de La Palma, Región de Valparaíso. Se ocupó una superficie de 0,2 ha perteneciente al sector 17 de esta estación. En este sector existió previamente un huerto de palto de 26 años de edad, el que fue arrancado en la primavera del año 2005. Los árboles fueron arrancados, incluyendo el máximo de raíces hasta una profundidad de 40 cm. El terreno fue demarcado y dividido en cuatro bloques iguales de 564m². Cada uno de los bloques a su vez fue dividido en 10 parcelas de 9,4 x 6m. Los tratamientos fueron realizados en forma previa al replante. El suelo poseía una textura franco arcillosa, con una conductividad eléctrica (CE) de 0,70 mMhos/cm, pH de 7,88 y contenido de materia orgánica de 5%.

2.2 Tratamientos. Se realizaron un total de 10 tratamientos, 5 tratamientos diferentes al suelo combinados con 2 diferentes portainjertos. De T1 al T5 se empleó el portainjerto Zutano y de T6 al T10 portainjerto Duke 7. T2, y T7 se empleó un tratamiento en base a una inundación de suelo (14 octubre del 2005), construyéndose pretilos en forma manual, los que rodeaban una superficie de 6 *

9,4 m². La función de los pretilos fue mantener inundado el suelo por un mes. La altura del agua en el pretil era de aproximadamente 40 cm. Los tratamientos T3 y T8 consistieron en la desinfección con bromuro de metilo (18 noviembre de 2005), previo a la aplicación se utilizó una rastra de discos para mullir terrones del suelo y se regó para obtener una humedad entre el 60-70%. Se colocó cobertura plástica transparente y se inyectó el gas en forma directa al suelo a una profundidad de 40 cm, una dosis de 100 g bromuro de metilo más cloropicrina (75:25)/m². El plástico se mantuvo por una semana. Luego de realizados estos tratamientos se construyeron los camellones de 1,8 m de ancho y 0,5 m de alto. Los tratamientos T4 y T9 consistieron en la aplicación de materia orgánica (14 de diciembre de 2005) que corresponde a guano de caballo tratado, el que fue lavado para bajar la CE. Este fue aplicado en dosis de 38 litros para 9,4 m². Los tratamientos T5 y T10 consistieron en la aplicación manual de pellets de la cepa ThV de *Trichoderma harzianum*, a una dosis de 27 g de pellets aplicado al hoyo de plantación cubriendo un volumen de 27 L de suelo. La concentración de los pellets fue de 1×10^8 ufc/g de pellet. El sistema de riego consistió en un colocar un micro aspersor por planta, con un caudal de 36 l/ hr. T1 y T6 correspondieron a los tratamientos testigos, es decir, sin tratamiento al suelo.

2.3 Plantación. En todo el ensayo se colocaron un total de 200 plantas de palto, 100 del cv. Hass/Zutano y 100 de cv Hass/Duke 7, distribuidas en cuatro bloques (con 50 plantas cada uno) lo que dio un total de 40 parcelas. En cada parcela se colocaron 5 árboles plantados a una distancia de 6m en la entre hilera y 2 m sobre la hilera. Cada bloque con 50 árboles cada uno. La plantación consistió básicamente en hacer el hoyo de plantación, se incorporó una fertilización base de 200 g/planta compuesta de superfosfato triple (46% P₂O₅) y sulfato de potasio (50% K₂O), luego se realizó el entutorado, pintado del tallo (para evitar golpe de sol) y amarre de plantas al tutor. La fertilización nitrogenada se llevó a cabo a partir del mes de abril, la que se realizó en forma manual aplicando cada cinco días una dosis de 10g urea /planta. Durante el desarrollo del ensayo se realizó un adecuado control manual de malezas.

2.4 Variables evaluadas. Se evaluó la variable altura de la planta, medida con huincha desde la base de la planta hasta el ápice. El diámetro del tronco (medido a una altura de 5 cm) fue medido con un pie de metro. Para determinar el área foliar (AF), se seleccionó un total de 10 hojas elegidas al azar, ubicadas en el tercio medio de un brote también elegido al azar. Para obtener esta variable se midió el ancho y largo máximo de cada una de las hojas, calculándose el AF empleando la fórmula de una elipse, debida a la similitud de esta figura con una lámina foliar de palto. Se realizaron mediciones de las distintas variables a los 5 y 18 meses de realizado el replante.

2.5 Diseño estadístico. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial (2 x 5). Se usó este diseño para bloquear las posibles diferencias de inóculo en el suelo. Los factores a considerar fueron el efecto portainjerto (Zutano y Duke 7) y los tratamientos al suelo (testigo sin tratar, inundación, desinfección con bromuro de metilo más cloropicrina, aplicación de materia

orgánica y control biológico, a base de la cepa THV de *T. harzianum*). Se consideraron cuatro bloques a modo de repetición.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar las diferentes variables evaluadas a los cinco meses de realizado el replante, se observa que no hubo interacción entre los factores portainjerto y tratamiento al suelo para las variables: altura de la planta, área foliar o diámetro del tronco. Sin embargo, al analizar estas variables a los 18 meses de realizado el replante, se observa que existió interacción entre los factores portainjerto y tratamientos al suelo en todas las variables evaluadas.

3.1 Altura de la planta. En la primera medición efectuada a los cinco meses, se observa que el portainjerto Duke 7 aumentó en un 6% más la altura promedio de las plantas en comparación al portainjerto Zutano (Cuadro 1). De acuerdo a lo señalado por Zentmyer (1980), Duke 7 es un portainjerto obtenido de la raza Mejicana, el que fue seleccionado debido a su resistencia moderada a *P. cinnamomi*. Sin embargo, Arpaia *et al.*(1987) describen a Zutano como moderadamente resistente a este patógeno. Una posible explicación puede estar asociada a que en el caso de Duke 7 es un portainjerto clonal, mientras que Zutano proviene de semilla. Schieber y Zentmyer (1987) comprobaron la resistencia de Duke 7 al comparar su comportamiento con plantas de semilla mexicana Topa Topa plantadas en un suelo naturalmente infestado con el patógeno. Luego de un periodo de tres años de efectuado el ensayo, de las 110 plantas de palto injertadas sobre Duke 7, el 45% se encontraban sanas, en comparación con las 110 plantas de semilla Topa Topa que sólo un 0,9% de éstas se encontraban sanas.

Por otro lado, en este ensayo a los 18 meses post-transplante, el portainjerto Duke 7 deja de presentar diferencias entre los diferentes tratamientos, mientras que plantas desarrolladas sobre portainjerto Zutano y tratadas con bromuro de metilo más cloropicrina y *T. harzianum* (cepa THV) presentan un significativo mayor desarrollo en comparación con los tratamientos testigo (Cuadro 2). En promedio el tratamiento sobre la base de Zutano- CH_3Br (T3) aumentó en un 39% la altura de las plantas en comparación al tratamiento testigo, mientras que el tratamiento basado en la relación Zutano-*T. harzianum* cepa THV (T5) aumentó en un 33%.

Al analizar por separado el efecto de los diferentes tratamientos al suelo en la medición efectuada a los 5 meses post-transplante (Figura 1), se puede observar que la altura promedio de las plantas de los distintos tratamientos, difieren entre sí. La mayor altura se observó en los árboles replantados bajo un suelo fumigado con bromuro de metilo más cloropicrina. Gustafson (1954) y Zentmyer (1980), demostraron que el bromuro de metilo era el fumigante más eficiente en el control de *P.cinnamomi*, debido a su rápida acción y por la destrucción completa del inóculo en el suelo. Sin embargo, Menge *et al.* (1999a) señalan que este fungicida reduce el inóculo, pero no elimina por completo al patógeno. Estudios realizados por Goodall *et al.*, (1987), señalan que los árboles

que recibieron fumigación del suelo pre-plantación con bromuro de metilo se beneficiaron perceptiblemente versus los no fumigados, en donde en una escala visual de 0 a 5 (sano a muerto), estas presentaban 0,5 y 1,7 respectivamente el primer año. Sin embargo, las ventajas disminuyeron en el segundo y tercer año.

3.2 Diámetro del tronco. Al realizar un análisis de varianza de las medias a los 5 meses post-transplante para la variable diámetro del tronco, no se observó un efecto del portainjerto o del tratamiento al suelo. Sin embargo, a los 18 meses post replante, plantas desarrolladas sobre el cv. Zutano, en combinación con los tratamientos al suelo de bromuro de metilo más cloropicrina (T3) o inoculación con pellets de *T. harzianum* (T5), lograron un significativo mayor diámetro del tronco en comparación a plantas desarrolladas sobre el mismo portainjerto y sin tratamiento al suelo (T1), entre un 26 y 28 % de mayor diámetro respectivamente. En plantas desarrolladas sobre Duke 7, a los 18 meses post-transplante sólo las desarrolladas sobre el tratamiento en base a inundación logró un significativo mayor diámetro en comparación a su respectivo testigo (Cuadro 2).

3.3 Área foliar. En relación a los resultados obtenidos mediante esta variable, en el Cuadro 1 se puede observar que el área foliar de las plantas de palto difiere entre si, según el portainjerto utilizado (Duke 7 o Zutano). La mayor área foliar se observó en los árboles plantados sobre el portainjerto Duke 7, lo que se traduce en un aumento de un 15 % del área foliar (promedio de 10 hojas) de plantas de palto Hass cuando se utiliza este portainjerto. Según Brokaw (1987) y Lemus *et al.* (2005), Duke 7 es un portainjerto vigoroso, que imprime un gran desarrollo de la variedad, lo cual confirma el mayor crecimiento presentado por estas plantas en el ensayo. Los resultados obtenidos en este parámetro con respecto a los portainjertos, son los mismos que se obtuvieron en el parámetro altura de planta, en donde se mencionan estudios que afirman el mejor comportamiento de Duke 7 frente a la condición de replante en suelos infestados con *P. cinnamomi*. Sin embargo, a los 18 meses post-transplante, nuevamente estas diferencias se pierden en el caso de todas las plantas desarrolladas sobre el portainjerto Duke 7. Por otro lado, sólo se distingue en forma significativa el tratamiento de plantas desarrolladas sobre el portainjerto Zutano-bromuro de metilo combinado con cloropicrina (T3), el que logra un 51% de mayor área foliar en comparación al tratamiento testigo.

A pesar de la efectividad del tratamiento en base a bromuro de metilo, frente a la enfermedad de replante ocasionado por el patógeno *P.cinnamomi* entre otros, es importante señalar que este producto está en la lista de las sustancias reductoras de la capa de ozono, el cual esta controlado por el Protocolo de Montreal. De acuerdo a esto se determinó que este gas deberá ser eliminado completamente antes del 2015, por lo tanto es importante considerar alternativas para remplazar este producto (Miller, 2001).

4. LITERATURA CITADA

ARPAIA, M.L., MITCHELL, F. KATZ, P. y MAYER, G.1987. Susceptibility of avocado fruit to mechanical damage as influenced by variety maturity and stage of ripeness. South African Avocado growers Assoc. Yearbook 10:149-151.

BROKAW, W.H.1986. Selecting rootstocks. California Avocado Society. Yearbook 70:111-114.

DURÁN , S. 1976. Replantación de árboles frutales. 332 p . Aedos. Barcelona, España.

ERWIN, D y RIBEIRO, O. 1996. *Phytophthora* disease worldwide. 562 p. APS, St Paul Minnesota, USA.

GARDIAZABAL, F.1991.El cultivo del palto. Universidad Católica da Valparaíso, Facultad de Agronomía. Quillota, Chile. 201 p.

GOODALL GE, OHR, H.D. y ZENTMYER, G.A. 1987. Mounding benefits Replanting avocado root rot orchards. South African Avocado Growers Assoc. Yearbook 10 : 67-69 Available http://www.avocadosource.com/wac1/wac1_p067

GUSTAFSON, C.D. Fumigation of Avocado Soils: Fungus causing root rot can be controlled by fumigant but its use may prove lethal to trees. California Agriculture 8(11):10, 14.

LATORRE, B, ANDRACA, F, y BESOAIN, X.1998.Tristeza del Palto. ACONEX 59 :18-23. Disponible en http://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-Z/J-K/L/LatorreBernardo1998.pdf. Leído el 20 de agosto de 2006.

LEMUS, G., FERREIRA, R., GIL, P., MALDONADO, P., TOLEDO, C. BARRERA, C. y CELEDÓN, J.M. 2005. El Cultivo del Palto. 81 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. La Cruz, Chile.

MENGE, J., MAUK, P. y G. ZENTMYER. 1999 a .Control of *Phytophthora cinnamomi* root rot avocado. Available at http://www.avocadosource.com/brainstorming_99/diseasemanagement/mengue.htm. Accessed 5 de marzo 2006.

MENGE, J. FABER, B. DOWNER, J. y D. CROHN.1999 b. Use of Yard Trimming and on Citrus and Avocado. Availa at <http://www.ciwmb.ca.gov/publications/Organics/44399010.docble.htm>. Leido el 4 may 2006.

MILLER, M. 2001. Sourcebook of tecnologyt for Proteccting the Ozone Layer: Alternative to Methil Bromide. 329 p. United Nations Publication, Paris, France.

PEGG, K., COATES, L., KORSTEN, L. y HARDING, R. 2002. Foliar fruit and soilborne diseases. In: Whiley, A. Wallingford, CABI Publishing. UK.

SCHIEBER, E. y ZENTMYER, G. 1992. *Persea* and *Phytophthora* in Latin America. 61-66 p. Proc. of Second World Avocado Congress.. Available at http://www.avocadosource.com/wac2/wac2_p061.htm. Accessed 25 de june 2006.

VALDEBENITO - SANHUEZA , R.M. 1991. Posibilidades do controle biológico de *Phytophthora* em Maceira. p. 303-305. IN: Bettiol, W. (ed). Controle biológico de Doenças de plantas. EMBRAPA. DF. Brasilia. Brasil.

ZENTMYER, G. y KLOTZ, L. J. 1947. *Phytophthora cinnamomi* in relation to avocado decline. Phytopathology. 37: 25

ZENTMYER, G. y KLOTZ, L. J. 1949. Avocado root rot studies Preliminary tests indicate soil fumigation permit replanting. Available at: http://www.avocadosource.com/journals/ca/ca_1949_v3_n2_pg_4_12.pdf. Accessed 20 November, 2005.

ZENTMYER, G.A. 1980. *Phytophthora cinnamomi* and the diseases it causes. 96p. (Monograph 10). APS, Press. Minesota, USA.

ZUCCONI, F. 1993. Allelopathies and Biological degradation in agricultura soils: an introduction to problem of soil sickness and other soil-born diseases. Acta Horticulturae 233 : 11-22.

Cuadro 1. Altura promedio y área foliar (promedio de 10 hojas) de plantas de paltos Hass sobre dos portainjertos, evaluadas a los cinco meses de realizado el replante.

Portainjerto	Altura (cm)	Área foliar (cm ²)
Duke 7	118.6 a	145.4 a
Zutano	112.4 b	126.9 b

*Letras distintas indican diferencias significativas, según Test LSD ($P \leq 0,05$)

Cuadro 2. Efecto de 10 tratamientos efectuados para evitar problemas de replante en palto, evaluado a los 18 meses post-transplante sobre las variables: altura de plantas, área foliar (promedio de 10 hojas) y diámetro del tronco.

Portainjerto	Tratamiento al suelo	Altura (cm)	Área foliar (cm ²)	Diámetro del tronco (cm)
Zutano	Ch3Br	189.30 a	176.43 a	12.68 ab
Zutano	Th-THV	181.80 ab	158.20 ab	12.92 ab
Duke 7	Inundación	167.15 abc	141.69 ab	12.03 abc
Duke 7	Ch3Br	153.60 abc	142.71 ab	10.28 cd
Duke 7	Guano	153.30 abc	159.02 ab	10.66 bcd
Duke 7	Testigo	152.20 abc	119.50 b	9.79 d
Zutano	Guano	152.00 bc	136.70 ab	10.22 cd
Zutano	Inundación	142.05 c	128.50 b	9.59 d
Duke 7	Th-THV	138.85 c	138.99 ab	10.61 bcd
Zutano	Testigo	136.55 c	116.9 b	10.10 cd

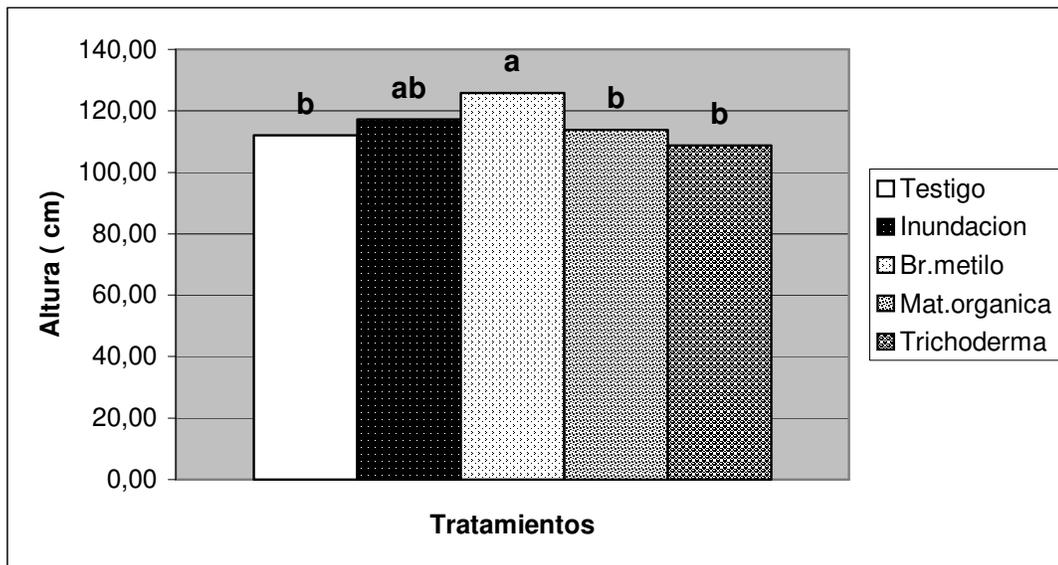


Figura 1. Altura promedio de las plantas de palto Hass, de un año cinco meses de edad, luego de 5 meses de realizados los tratamientos al suelo. *Letras distintas indican diferencias significativas, según Test LSD ($P \leq 0,05$)